

Плугин // Создание новых композиционных материалов и повышение эксплуатационной надежности и сроков службы конструкций и сооружений на железнодорожном транспорте. Т. 1. – 1996. – №26. – С.39-46.

12.Механизм структурообразования и дегидратации гипсовых вяжущих / [А.Н. Плугин, Х.-Б. Фишер, А.А. Плугин, К.А. Рапина] // Зб. наук. праць УкрДАЗТ. – 2010. – Вип.115 – С.5-22.

13.Рапіна К.О. Гіпсові самонівелюючі стяжки з фізико-хімічним стоком вологи: Автореф. дис. ... канд. техн. наук / К.О. Рапіна. – Харків: УкрДАЗТ, 2009. – 20 с.

Получено 09.11.2011

УДК 624.275

Ю.Н.КРУЛЬ

Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет

О ФОРМИРОВАНИИ РАЦИОНАЛЬНОЙ КОНСТРУКЦИИ ПРОЛЕТНОГО СТРОЕНИЯ АВТОМОБИЛЬНО-ДОРОЖНОГО МОСТА

Приведен обзор конструктивных решений сталежелезобетонных конструкций пролетных строений мостов. Рассмотрены различные варианты узлов сочленения железобетонной и металлической части. Проведен анализ напряженно-деформированного состояния предлагаемой конструкции.

Наведено огляд конструктивних вирішень сталезалізобетонних конструкцій пролітних будов мостів. Розглянуто різні варіанти вузлів зчленування залізобетонної і металеві частини. Проведено аналіз напружено-деформованого стану пропонованої конструкції.

The review of structural decisions of flight structures of stalezhelezobetonnykh of flight structures of bridges is resulted. The different variants of knots of coarticulation of reinforce-concrete and metallic part are considered. The analysis of the tense-deformed state of the offered construction is conducted.

Ключевые слова: сталежелезобетон, главные балки, напряженно-деформированное состояние, изополе.

Железобетон и сталь – основные материалы пролетных строений мостов. Поэтому наряду с железобетонными и полностью стальными применяют также сталежелезобетонные пролетные строения, в которых железобетон и сталь работают в единой конструкции. Данное обстоятельство позволяет наилучшим образом использовать каждый из этих двух материалов, в соответствии с его свойствами [4]. Последнее полностью коррелирует с положениями постулатов В.Г. Шухова [1]

В настоящее время за рубежом и в отечественном мостостроении сталежелезобетонные пролетные строения (рис.1) получили широкое развитие и рассматриваются как современный вид мостовых конструкций для автодорожных и городских мостов [2, 3].

Область применения сталежелезобетонных пролетных строений:

- автодорожные мосты с ездой поверху средних и больших пролетов и городские мосты с ездой поверху больших пролетов (в условиях, оп-

ределяющих рациональность применения сталежелезобетонной конструкции);

- железнодорожные мосты с ездой поверху, где сталежелезобетон доминирует в пролетах более 30-35 м и применяется в меньших пролетах при наличии специальных условий, затрудняющих применение как железобетонных, так и стальных пролетных строений;
- мосты с ездой понизу и посередине, имеющие железобетонную плиту в проезжей части и предусматривающие полное или частичное ее объединение со стальной конструкцией проезжей части.



Рис.1 – Сталежелезобетонные пролетные строения

Конструкция сталежелезобетонного пролетного строения представлена в виде железобетонной плиты проезжей части, которая жестко крепится к главным стальным балкам. Поперечные разрезы таких конструкций могут быть самыми разнообразными (рис.2).

Преимуществами таких мостов являются:

- долговечность, прочность и устойчивость;
- возможность восприятия значительных нагрузок;
- увеличенная длина пролета, при этом без ощутимой потери прочности конструкции;
- повышенная жесткость конструкции в вертикальном направлении.

Но сталежелезобетонные мосты обладают и рядом недостатков. К ним следует отнести:

- большой собственный вес конструкции;
- сложность и ограниченную надежность узлов сочленения металлической и железобетонной частей конструкции;
- необходимость привлечения к изготовлению их элементов двух групп заводов – стальных и железобетонных конструкций;
- низкую крутильную и горизонтальную жесткости прокатных профилей и листов, используемых в качестве главных балок, что предусматривает обязательное устройство бимоментных связей.

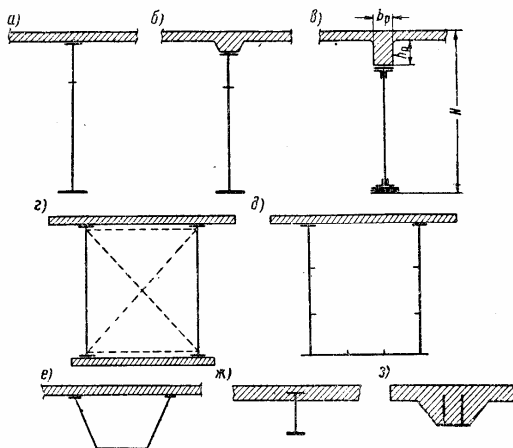


Рис.2 – Схемы поперечных сечений сталежелезобетонных балок и пролетных строений: *a* – объединенное с плоской плитой; *б* – объединенное с низким ребром; *в* – объединенное с высоким ребром; *г* – двухплитное; *д* – коробчатое со стальной ортотропной плитой в нижнем поясе; *е* – трапециевидное коробчатое; *ж* – с втопленным верхним поясом; *з* – цельноперевозимая балка.

Одним из основных вопросов при проектировании обсуждаемых сооружений является обеспечение рационального разделения ресурса конструкции, идущего на восприятие собственного веса и полезной нагрузки. Не менее важная проблема – минимизация времени и трудоемкости возведения моста. Здесь уместно вспомнить слова великого Р. Декарта: «... любая экономия, в конечном итоге, есть экономия времени...».

Перечисленное предопределило новое конструктивное предложение, презентуемое в данной работе. Из множества рассмотренных вариантов принята конструкция, которая представляет собой сложную монококовую неодносвязную оболочку замкнутого сечения (рис.3). Главным отличием её от существующих решений является то, что железобетонная часть балки не предполагает наличия металлического опорного элемента.

В свою очередь, плитная железобетонная часть представляет собой конструктивно-ортотропную пластину, опертую на главные балки и диафрагмы, которые являются упруго-податливыми опорами. Соотношение размеров пластин в каждом блоке равняется 1, что в принципе, реализует наиболее эффективную работу конструктива. Металлические элементы пролетного строения представляют собой вертикальные и горизонтальные перфорированные пластины.

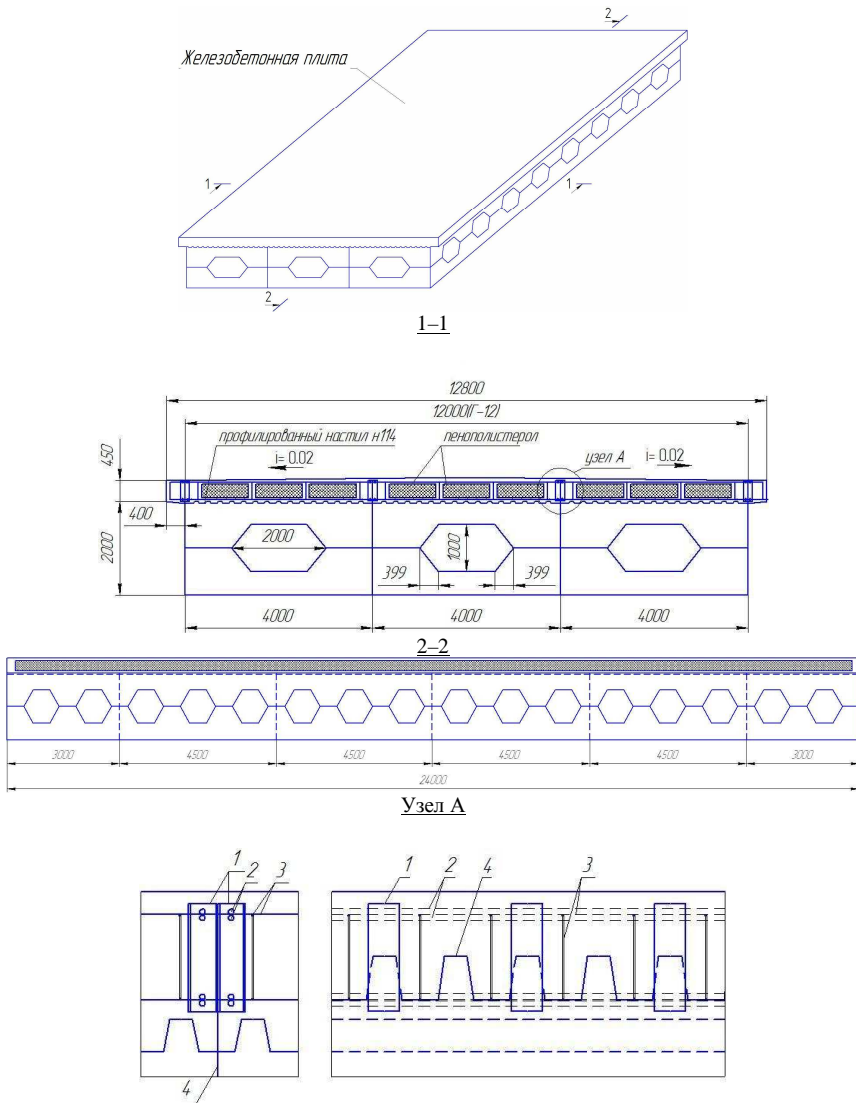


Рис.3 – Схема предложенного сталежелезобетонного пролетного строения:
 1 – двутавры №10; 2 – стержни диаметром 20 мм; 3 – арматурные каркасы;
 4 – зигзагообразный рез главных балок.

Важным является возможность устройства проектного строительного подъема, в результате чего повышается эксплуатационные характеристики мостов: долговечность, плавность движения транспортных средств, эстетическая выразительность, водосток и т.д.

В частности для облегчения конструкции применялся ряд современных средств, а именно:

- организация железобетонной эффективной плиты, шириной 12,8 м и длиной 24,0 м. Конструктивная высота плиты равна 0,45 м, из которых верхняя и нижняя обшивки имеют толщины 0,08 м и 0,07 м соответственно, а остальная ее часть по высоте заполнена пенополистирольными вкладышами. Внутри плиты вдоль пролета выполнены продольные ребра шириной 0,1 м, которые расположены с шагом 1 м. Высота ребер равна полной высоте плиты. Увеличение конструктивной высоты плиты увеличивает цилиндрическую жесткость, уменьшая расход арматуры без увеличения расхода бетона (рис.3).

- устройство металлической части в виде системы перфорированных листов, выполненных с использованием лазерной резки и сварки (по копиру) из плоского прокатного листа по безотходной технологии. Особенно следует отметить, что реализация всех основных сварочных работ предусмотрена в заводских условиях с использованием автоматического или полуавтоматического оборудования.

В результате перечисленного можно констатировать, что предлагаемая оболочечная конструкция достаточно эффективным образом будет сопротивляться изгибным и крутильным нагрузкам.

Для анализа напряженно-деформированного состояния предлагаемой конструкции была создана конечно-элементная модель сталежелезобетонного пролетного строения. Моделирование и расчет производился с использованием программного комплекса «Лира» [5]. Для моделирования использовались конечные элементы КЭ-41 – элемент оболочки нулевой гауссовой кривизны. На рис.4 приведены проекции модели на плоскость YOZ, XOZ и общий вид системы стальных перфорированных продольных и поперечных ребер. В качестве тестового нагружения принята равномерно-распределенная нагрузка интенсивностью $1,5 \text{ т/м}^2$. Основной рабочей гипотезой при выполнении расчетов считалось обеспечение идеального сцепления плитной железобетонной части с металлической. При этом, данная связь обеспечивает совместные деформации на всем диапазоне нагружения, включая стадию разрушения. Другими словами, принято, что в составе схем разрушения данного элемента исклю-

чается случай деструкции по шву. Последнее обеспечивается соответствующим конструктивным решением узла стыковки.

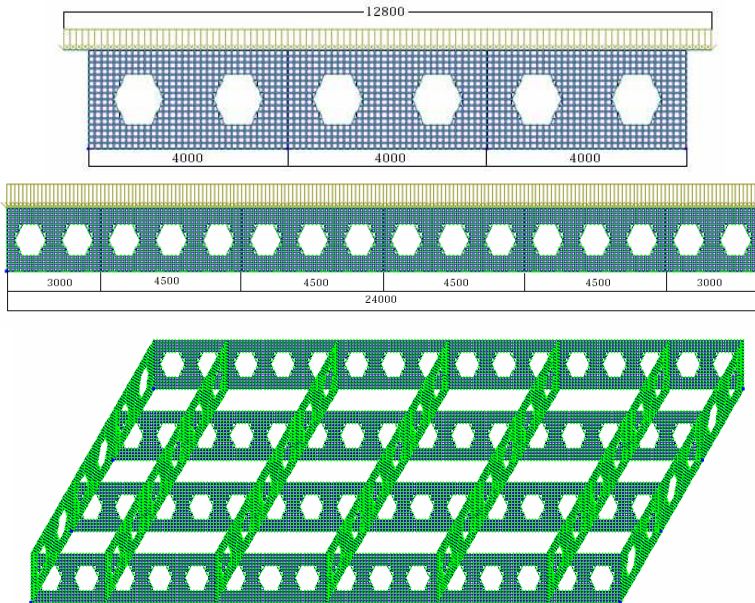


Рис.4 – Конечно-элементная модель сталебетонного пролетного строения

Результаты расчетов иллюстрируются изополями перемещений и напряжений (рис.5-9). Как показывает анализ изополей напряжений N_x железобетонной и металлической частей (рис.6 и рис.9), составные элементы конструкции работают в строгом соответствии с постулатами В.Г. Шухова, т.е сжимающая компонента изгибающего момента воспринимается железобетонной частью, а растягивающая – металлической. При этом, максимальные напряжения сжатия (растяжения) приблизительно равны предельным. Максимальные перемещения конструкции не превышают допустимых для сооружений подобного типа.

Особо следует отметить, что имеющая место концентрация напряжений (в основном вокруг границ отверстий) не приводит к значительным перегрузкам, а коэффициент концентрации находится в пределах $1,1 \div 1,3$.

Перечисленное в совокупности предопределяет позитивность предлагаемого решения и его репрезентативность для дальнейшего совершенствования.

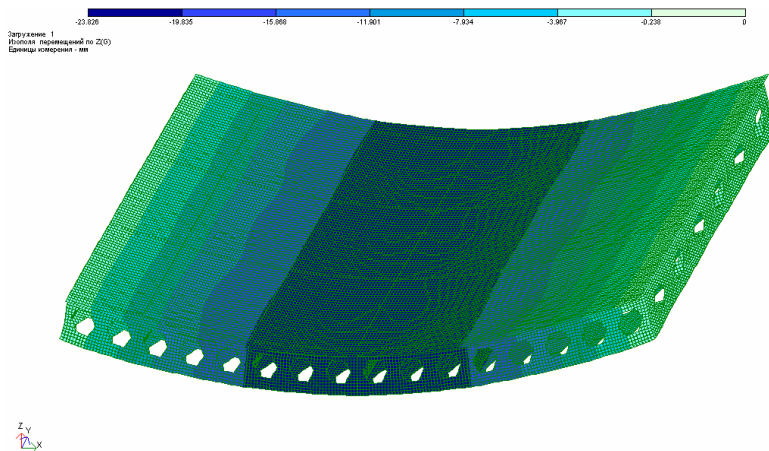


Рис.5 – Деформована схема скінченно-елементної моделі з ізополями переміщень по осі Z

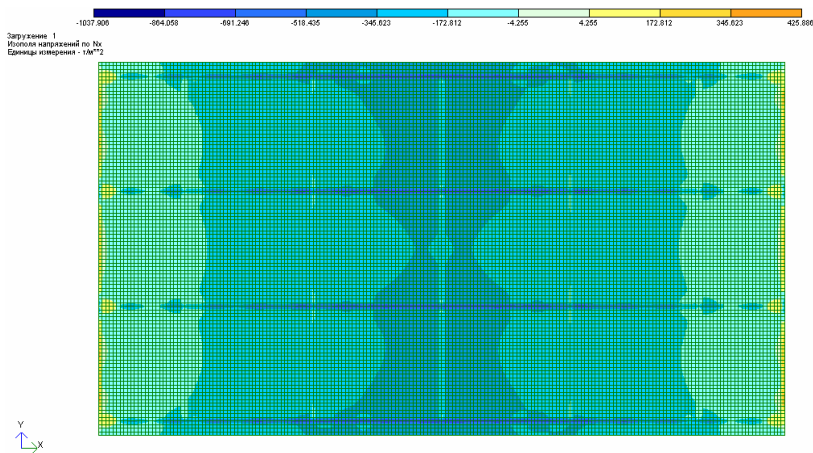


Рис.6 – Ізополі напружень N_x бетонної частини пролітного строення

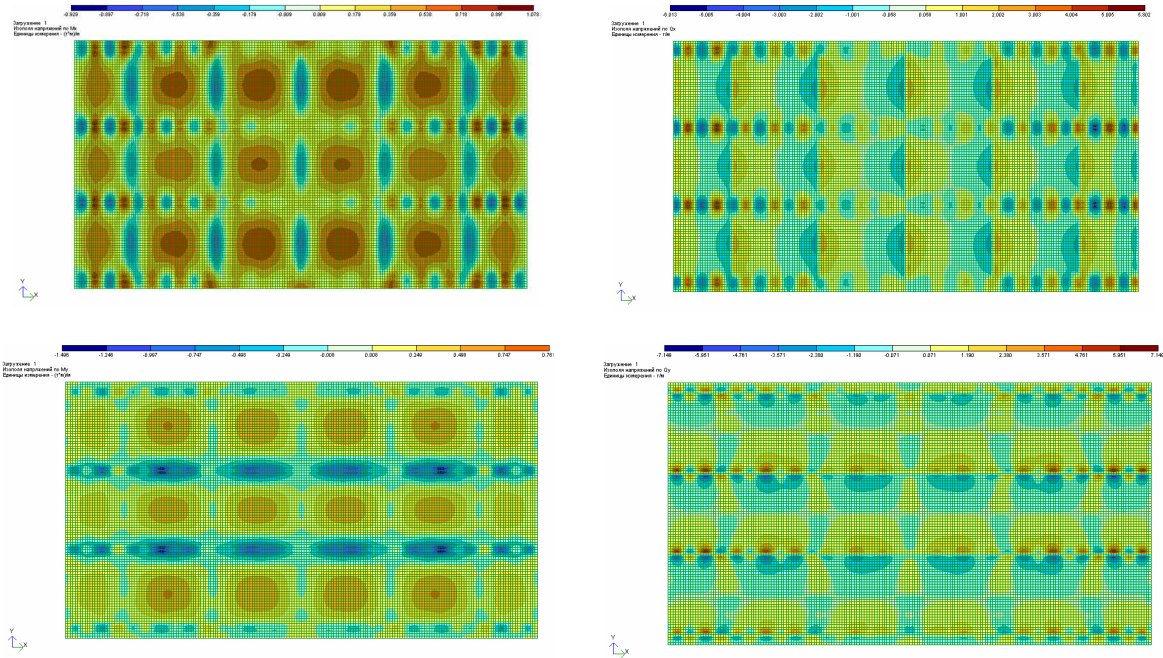


Рис.7 – Изополя изгибающих моментов M_x , M_y и поперечных сил Q_x , Q_y в бетонной части пролетного строения

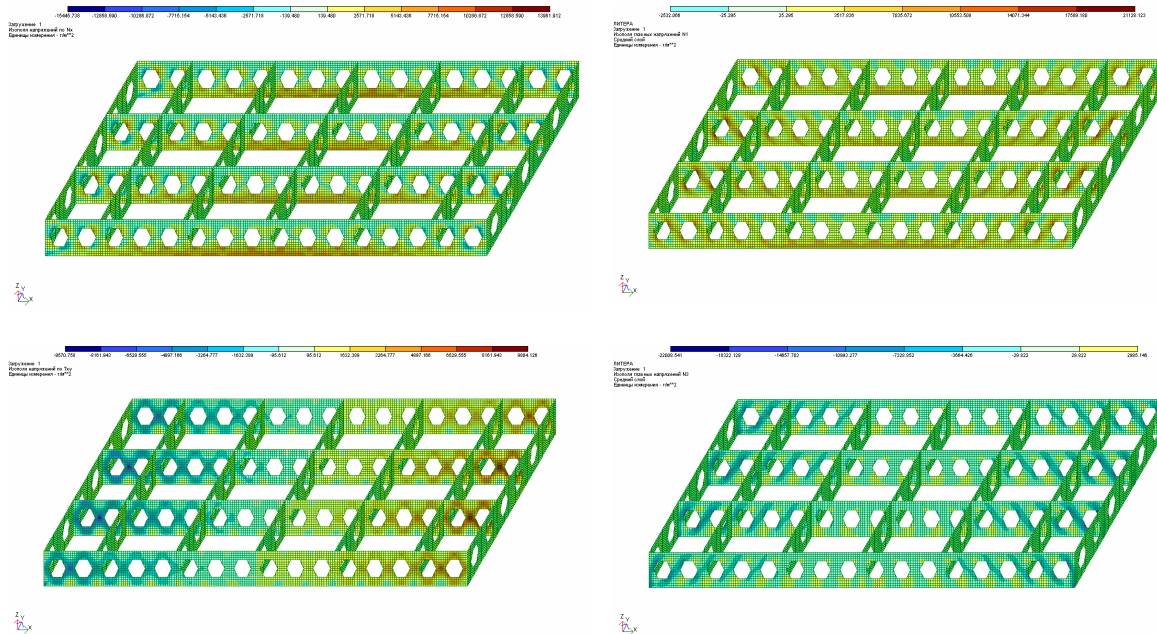


Рис.8 – Изополя напряжений N_x , τ_{xy} и изополя главных напряжений N_1 , N_3 в металлических перфорированных балках

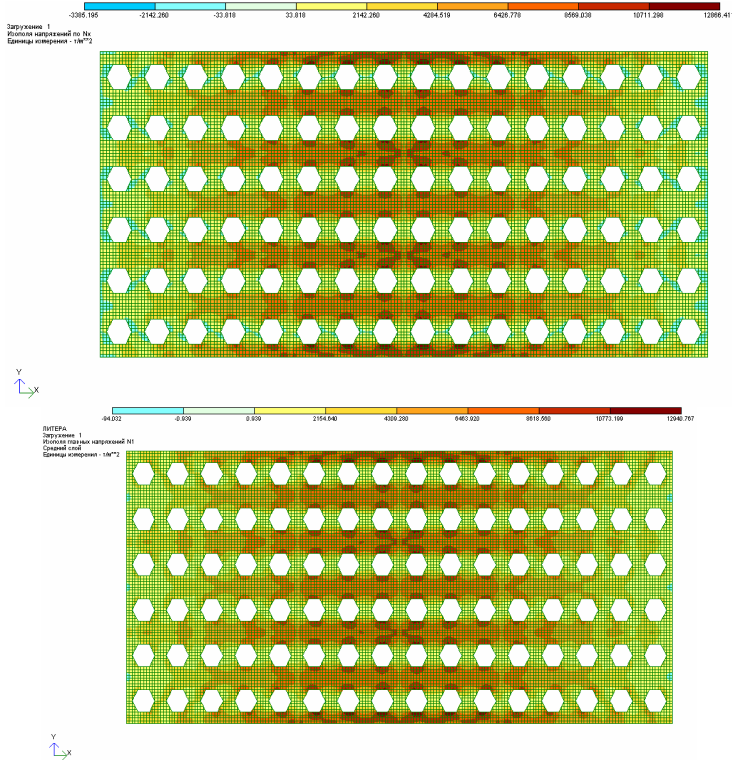


Рис.9 – Изополя напряжений N_x и главных напряжений N_1 в растянутой металлической полке

- 1.Шмуклер В.С. Каркасные системы облегченного типа / Шмуклер В.С., Климов Ю.А., Бурак Н.П. – Харьков: Золотые страницы, 2008. – 336 с.
- 2.Кручикин А.В. Сталежелезобетонные мосты: проблемы и перспективы развития / Кручикин А. В., Платонов А. С., Решетников А. Г. // Вестник мостостроения. – 2010. – №1. – С.24-30.
- 3.Хелмарк Р. Сборные сталежелезобетонные мосты / Хелмарк Р., Колин П., Нильсон М. // Мостостроение мира. – 2010. – №2. – С.71-80.
- 4.Eurocode – 4. Common Unified Rules for Composite Steel and concrete Structures European Committee for Standardization. (CEN) ENV. 19940 – 1-1: 1992.
- 5.Городецкий А.С. Информационные технологии расчета и проектирования строительных конструкций / А.С. Городецкий, В.С. Шмуклер, А.В. Бондарев. – Харьков: НТУ «ХПИ», 2003. – 889 с.

Получено 12.11.2011

УДК 691.3

Е.С.СКРИПНИК, С.М.ЗОЛОТОВ, канд. техн. наук
Харьковская национальная академия городского хозяйства

РАБОТА АДГЕЗИИ И АДГЕЗИОННАЯ ПРОЧНОСТЬ АКРИЛОВЫХ КЛЕЕВ

Рассматриваются факторы, оказывающие прямое воздействие на адгезию акриловой композиции. Описаны методы испытаний клеевых соединений, а также показано влияние состава акрилового клея на его адгезионную прочность.

Розглядаються фактори, що мають безпосередню дію на адгезію акрилової композиції. Описано методи випробувань клейових з'єднань а також показано вплив складу акрилового клею на його адгезійну міцність.

The article identified the factors that have a direct effect on the adhesion of acrylic composition. Methods are described for testing bonded joints and also show the effect of composition on the adhesion strength of acrylic adhesive.

Ключевые слова: акриловая композиция, адгезия, работа адгезии, адгезионная прочность, связующее, наполнитель.

Применение клеевых соединений во время строительства, реконструкции зданий и сооружений способствует повышению производительности труда, экономии материальных, трудовых и энергетических ресурсов, а также сокращению ручного труда в строительном производстве. Акриловые клеи в сравнении с эпоксидными и полиуретановыми являются весьма важной группой конструкционных клеев благодаря их быстрому отверждению и высокой прочности.

Большинство исследований в области когезионных, адгезионных и других свойств клеев в основном касаются эпоксидных смол. Акриловые композиции холодного отверждения, имеют достаточно широкое распространение в отрасли строительства и реконструкции, но существует необходимость в дальнейшем изучении клеевого материала с целью повышения адгезии, когезии и прочности соединений.

В состав композиции входит полимерное связующее и наполнитель. Основой связующего был принят порошкообразный полимер, представляющий собой суспензионный полиметилметакрилат, содержащий инициатор 2,0% пероксида бензоила. Жидкая мономерная часть состоит из метилметакрилата, дополнительно содержащая активатор отверждения (3,0% диметиланилина) и ингибитор (0,02% гидрохинол). В качестве наполнителя принимался кварцевый песок модулем 0,14-0,63 мм, а также отходы металлургического и литейного производства [1].

Адгезия зависит от разных причин: характера протекания химических или физических процессов в клеевом слое [2], образования новой